

# CAD 수단을 이용한 벡터형 공간자료의 위상 검출과 격자도면화를 위한 유틸리티 개발

조동범\* · 임재현\*\*

\*전남대학교 조경학과 · \*\*전남대학교 대학원 조경학과

## Development of a CAD-based Utility for Topological Identification and Rasterized Mapping from Polygonal Vector Data

Cho, Tong-Buhm\* · Im, Jae-Hyun\*\*

\* Department of Landscape Architecture, Chonnam National University

\*\* Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Chonnam National University

### ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a CAD-based tool for rasterization of polygonal vector map in AutoCAD. To identify the layer property of polygonal entity with user-defined coordinates as topology, algorithm in processing entity data of selection set that intersected with scan line was used, and the layers were extracted sequentially by sorted intersecting points in data-list.

In addition to the functions for querying and modifying topology, two options for mapping were set up to construct plan projection type and to change meshes' properties in existing DTM data. In case of plan projection type, user-defined cell size of 3DFACE mesh is available for more detailed edge, and topological draping on landform can be executed in case of referring DTM data as an AutoCAD's drawing.

The concept of algorithm was simple and clear, but some unexpected errors were found in detecting intersected coordinates that were AutoCAD's error, not the utility's. Also, the routines to check these errors were included in algorithmic processing.

Developed utility named *MESHMAP* was written in entity data control functions of AutoLISP language and dialog control language(DCL) for the purpose of user-oriented interactive usage. *MESHMAP* was proved to be more effective in data handling and time comparing with *GRIDMAP* module in *LANDCADD* which has similar function.

*Key Words* : CAD-based mapping, rasterization, DTM data processing, *MESHMAP*

## I. 서론

CAD 수단을 이용한 지형경관의 시뮬레이션에서는 등고선이나 지점표고를 기반으로 하여 작성되는 수치지형모델(digital terrain model: DTM)이 유용하며, 일반적으로 격자형 모델(mesh type DTM)이 지형정보를 규칙적으로 표시할 수 있다는 점에서 활용 범위가 크다. 격자형 수치지형을 이용할 경우 표고, 경사, 경사방향 등 지형관련 정보와 지형의 기복으로부터 가시도나 시인성(조동범, 1998) 및 지표수 방향 등의 응용분석이 가능하며, 특히 규칙적인 자료구조를 이용하여 이들 정보들간의 상호관계를 계산하거나 합성, 가시화할 수 있다는 점은 지형자료 기반의 경관계획 및 조경계획에서는 매우 유용한 수단이 된다. 이와 같은 자료는 수치지형이 구축되면 격자 단위 크기로 자료적 합성이 결정되지만, 토양, 식생, 지질 등과 같은 공간 자료는 벡터형 자료로 표현되는 것이 바람직하기 때문에(김성균, 1992) 경계를 나타내는 도형 요소로서 구분되어야 하는 동시에 도형요소간에는 위상관계<sup>1)</sup>가 형성되어야 한다.

AutoCAD를 공간자료의 도면화 수단으로 이용할 경우, 라인 또는 폴리라인 엔티티로 경계선을 작성하고 이를 폴리곤 자료화하게 되면 레이어 속성으로써 위상관계를 대신하게 된다. 이때 어느 영역이 어떠한 위상을 갖는가는 해당 폴리곤 엔티티의 레이어 확인 또는 지역적폐곡선(regional polygon)의 경우 연처리(shading)에 의존하게 되므로, 영역 내부점 지시만으로는 위상 확인이 불가능하다는 점에서는 도면화 수단으로서 제약사항을 갖는 셈이다. 이 경우 경계 엔티티를 선택하여 확인하고자 하는 경우에도 인접하는 영역과 경계를 공유하게 되므로 영역을 포함하는 엔티티 선택이 용이하지 못한 단점이 있다.

또한 수치지형자료는 규칙적인 래스터형 자료 구조를 가지는 반면, 토양이나 식생 및 지질, 토지이용도 등 조경계획상 활용도가 높은 공간자료는 선 추적(벡터)형 자료로 구축되므로 이들간 종합성의 문제, 즉 적지분석과 같은 정량적 자료 결합이나 공간자료의 표현에 있어 편의성을 확보하기 어렵다는 점을 지적할 수 있다(유복모, 1996).

본 연구에서는 이와 같은 점에 주목하여 범용성과

도면화 수단으로서 실무적 활용성이 높은 AutoCAD를 기반으로, 수치지형자료 분석과 공간자료 도면 작성 시 벡터형 자료로부터 영역 위상을 용이하게 확인하기 위한 알고리즘을 구축하고, 이를 이용하여 벡터형 공간 자료를 격자형 자료화하는 유틸리티 개발에 목적을 두었다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 벡터형 공간자료의 위상검출

1) AutoCAD에 있어서의 벡터형 공간 자료의 작성 AutoCAD에서 벡터형 공간자료를 작성하는 경우에는 라인 또는 폴리라인으로 자료 도면을 디지털이정한 후 AutoCAD의 경계작성(boundary command) 기능으로써 영역 내부를 지정하거나 영역 내에 또 다른 영역이 내포될 경우, 영역내 영역탐색(island detection)기능을 설정함으로써 지역(region)을 나타내는 폐합 폴리곤이나 2차원 솔리드 엔티티의 폴리곤을 형성하는 것이 일반적이다. 이때, 사전에 영역별로 구분 작성된 레이어를 현재 레이어로 설정한 상황에서 경계가 작성되면 그 폴리곤은 특정 레이어명을 공간 속성으로 갖는 셈이다. 그렇지만 특정 영역의 공간 속성은 선택적으로 레이어를 끄거나 켜보아야 하는 등 반복 시행에 의한 수작업에 의존하는 셈이어서 공간자료의 확인이 효율적이지 못하다.

### 2) 폴리곤 자료로부터 영역 위상의 추출 알고리즘

폴리곤 자료의 위상 확인이 효율성을 갖기 위해서는 영역 내부의 임의 점만으로 그 영역의 위상 검출이 가능하여야 하는데, 이를 위해 영역 경계선의 레이어 탐색을 기본으로 위상을 추정하고자 하였다. 즉, Figure 1과 같은 폴리곤 자료가 A~D 라는 레이어별로 구축되어 있다고 할 때, 확인하고자 하는 점 p1과 전체 한계 점 p2를 잇는 선분과 교차되는 선택집합(Figure 1에서는 4개 폴리라인 엔티티)을 찾고 엔티티별 점점들과의 교점(점 1~4)을 추적하여 리스트 데이터(list data)를 구축한 후, X좌표순(1→4 순으로 순차처리)으로 이 지점들을 통과하는 엔티티의 데이터베이스의 레이어를 추정하고자 하였다.

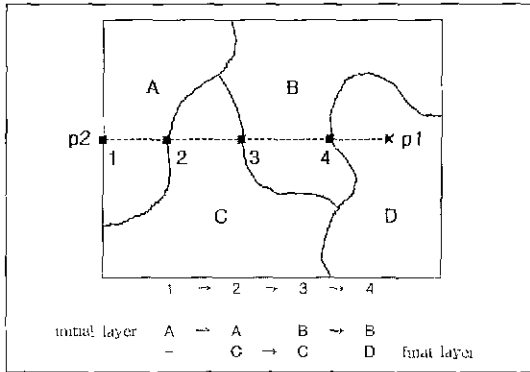


Figure 1. Conceptual map representing the scanning method of topological property from given point in polygonal vector map.

이때 도면의 한계 교점 1에서는 하나의 엔티티만이 존재하며 2, 3, 4에서는 두 개씩 겹쳐 존재하므로, 교점을 지나는 엔티티 데이터베이스의 일련적인 레이어 추출시 이전과 동일한 레이어를 배제하고 남은 레이어를 추적해 가면 최종 영역의 속성을 확인할 수 있는 셈이다. 이상의 개념을 알고리즘의 전개과정으로서 나타내면 Figure 2와 같다.

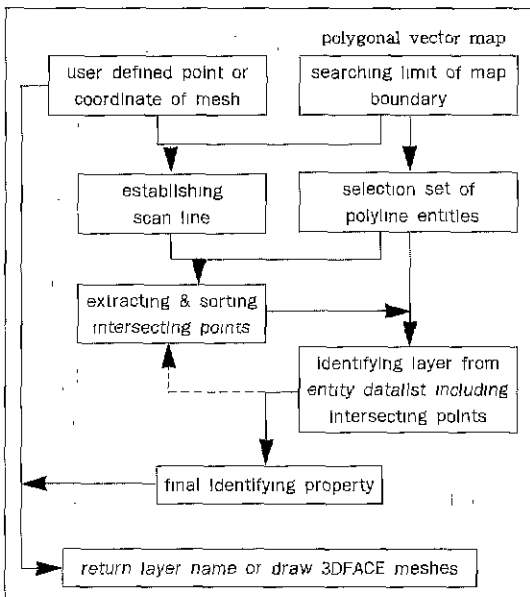


Figure 2. Process of algorithm to identify the topological properties in intersected polyline entities constructing polygonal vector map

## 2. 위상 판별 알고리즘을 응용한 격자형 자료화 유틸리티 구축

### 1) 평면 투영형 격자도면의 작성

벡터형 도면 자료를 격자 자료화하기 위해 규칙적인 크기와 배열성을 갖는 격자를 상정하고 그 영역 판별은 격자 단위별로 그 중심좌표가 어떠한 영역에 위치하는가를 상기 알고리즘으로 검색한 후 3DFACE 엔티티를 확인된 레이어별로 작성하였다. 래스터형 GIS에서는 공간자료 작성시 위상 폴리곤을 만들고 레이블(label)을 입력하므로써 속성값을 갖게 되는데 (Eastman, 1992) 여기에서는 AutoCAD에서 폴리곤 작성시 레이어를 설정하므로써 이미 속성이 주어지는 셈이다. 작성되는 격자의 크기는 사용자의 도면화 의도에 따라 설정하도록 하였으며, 벡터형 자료의 도면 범위와 일치하는 경우와, 별도로 임의 작성 범위를 사용자가 지정하는 경우를 선택할 수 있도록 하였다.

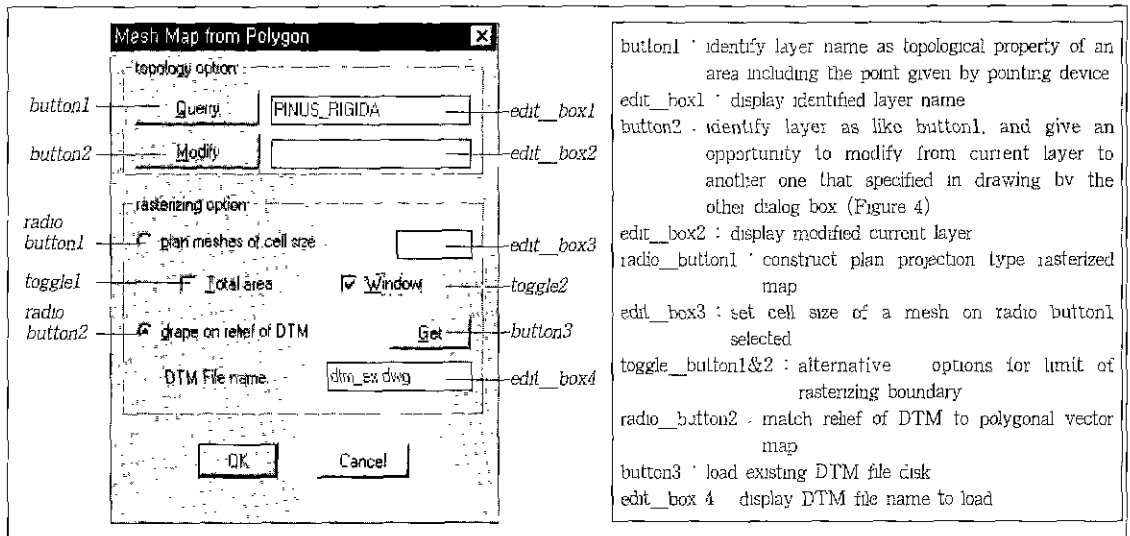
### 2) 수치지형자료에의 대응

이미 해당되는 지역의 수치지형자료가 작성되어 있는 경우에는 AutoCAD의 도면삽입 기능을 이용하여 자료를 작업환경으로 불러 들인 다음, 지정한 범위에 포함되는 단위 격자를 일련적으로 검출하고, 격자의 평면 투영 중심좌표에 따라 위상 판별하도록 하였다. 이 경우에 있어서는 이미 표고 자료를 포함하는 정합형 격자망(Petrie & Kenne, 1987)으로서 존재하므로 별도의 3DFACE 엔티티를 작성하는 것이 아니라 판별된 위상에 해당되는 레이어로 속성을 전환하는 과정이 된다. 수치지형자료가 불규칙 삼각망(Fowler & Little, 1979)으로 표현되는 경우에는 자료정합성에서 제한이 되기 때문에 이를 처리 대상으로 하지는 않았다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 유틸리티(MESHMAP)의 구축

이상과 같은 개념과 개발내용을 바탕으로 벡터형 자료로부터 임의 범위와 임의의 격자 크기를 갖는 평면 격자도면화 및 기존 수치지형의 표고에 대응하여 격자 도



button1 : identify layer name as topological property of an area including the point given by pointing device  
 edit\_box1 : display identified layer name  
 button2 : identify layer as like button1, and give an opportunity to modify from current layer to another one that specified in drawing by the other dialog box (Figure 4)  
 edit\_box2 : display modified current layer  
 radio\_button1 : construct plan projection type rasterized map  
 edit\_box3 : set cell size of a mesh on radio button1 selected  
 toggle\_button1&2 : alternative options for limit of rasterizing boundary  
 radio\_button2 : match relief of DTM to polygonal vector map  
 button3 : load existing DTM file disk  
 edit\_box4 : display DTM file name to load

Figure 3. Dialog box as an interface to display informations and options in rasterizing

면화하기 위한 유틸리티를 작성하였다. 벡터형 도면상에서 가시적으로 작업이 이루어지고, AutoCAD의 드로잉 데이터베이스를 이용하기 위해 AutoLISP을 프로그래밍 언어로 하였으며, 대화식 사용을 고려하여 다이얼로그 상자에 의한 입력과 확인이 가능하도록 하였다(Figure 3, Figure 4).

Figure 3은 몇 가지 의도에 따라 작업 선택사항과 필요항목 입력을 위한 다이얼로그 상자의 항목별 설명

이며, 여기에는 다음과 같은 내용을 포함하였다.

- ① 마우스에 의한 지점 입력(button 1) 및 확인된 위상(레이어) 표시 기능(edit box 1)
- ② 확인된 위상의 대화식 변경 기능(button2 및 edit box 2와 Figure 4)
- ③ 평면투영 형식의 격자도면 작성 선택(radio button1) 및 격자 크기 입력(edit box 3)
- ④ 기작성된 수치지형자료 파일 입력 기능(radio button 2 및 button3, edit box 4)
- ⑤ 격자도면의 작성 범위 선택 기능(toggle button 1, 2)

Figure 5는 폴리곤 자료화된 임의 지역의 식생도(1.5km×1.5km)로부터 임의의 공간적 범위에 대해 단위 30m의 평면격자 도면화한 결과와, 동일한 지역에 대해 기작성되어 있는 20m 격자의 수치지형 일부를 벡터형 식생자료에 따라 적용한 결과를 나타낸 것이다.

격자단위의 위상 판단은 그 중심좌표에 의하였기 때문에, 경계선에 걸치는 격자에 있어서는 경계선으로 나뉘는 면적이 절대적으로 큰 부분에 의해 위상이 결정된다고는 할 수 없지만, 대부분의 경우 큰 면적에 해당되는 것으로 볼 수 있었다(Figure 5의 A). 이 경우 격자 크기를 보다 작게 설정한다면 판단상의 오차도 상대적으로 감소하지만, 작은 격자내에서도 면적 보간의

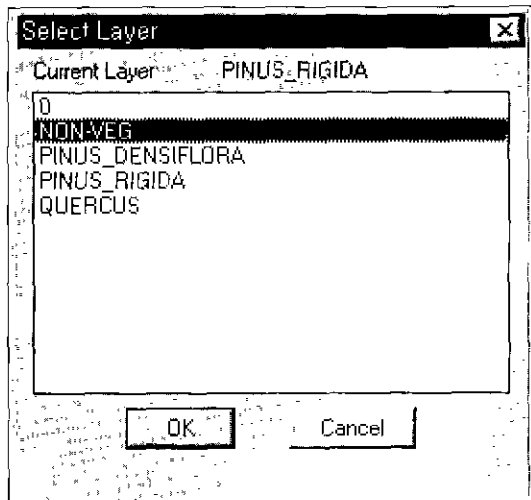


Figure 4. Dialog box to change layer of topology to another layer detected in drawing database.

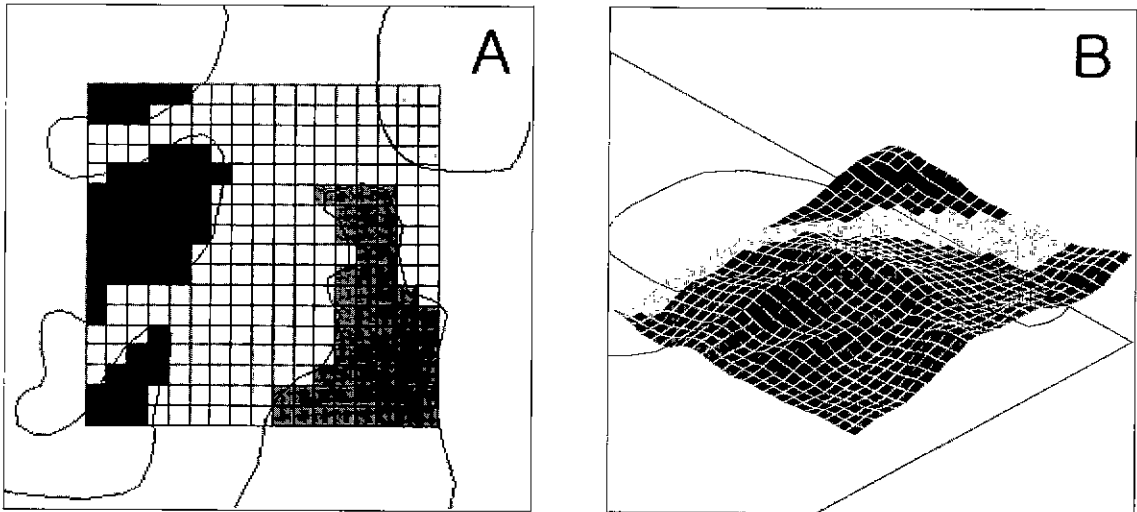


Figure 5. Example of plan projection type rasterized map(A.cell size=30) and DTM converted to which has topological properties(B.cell size=20).

문제는 남는다고 할 수 있다. 격자형 도면 표현상 전체적인 일관성이 유지될 필요가 있다고 본다면, 이러한 경우에는 한 격자내에서 판단지점 수를 일정 간격으로 증가시키는 방법이나 격자내에 포함되는 디지털링 경계선상의 정점(vertex)들을 판단지점으로 확대하는 방법(Sansoni, 1996)이 고려되어야 할 것으로 생각되었다.

## 2. 엔티티 선택집합과 교점 추출시의 오류

MESHMAP 유틸리티의 개발에 있어서는 폴리라인 엔티티와의 교점 추적중 예측 곤란한 오류가 확인되었으며, 이러한 오류가 검출되는 지점에서는 다음과 같은 내용의 에러 체크 루틴을 포함하여 해결하였다.

① 미세 돌출 영역의 발생 : 인접 폴리곤이 작성될 때 그 경계는 완전히 일치하여야 하나 극히 미세한 부분에서 어느 한 영역 쪽으로 경계선이 돌출하므로써, 어느 곳에도 포함되지 않는 영역이 발생하는 오류이다. 이 경우 이 영역의 경계 상에서는 하나의 경계 폴리라인만이 검출되므로 판단을 보류한 후, 이후 다시 동일한 폴리라인이 검출되면 돌출된 무효 영역으로 판단하고 상이한 폴리라인이 검출되면 정상적 판단을 진행하도록 하였다.

② 교점 좌표치의 미세 차이 : 인접 폴리곤의 경계

가 완전 일치한다면 두 개의 폴리라인 교점좌표<sup>4)</sup>는 일치하여야 하지만 극히 작은 차이<sup>5)</sup>가 발생하는 오류이다. 좌표치의 차이에 해당되는 크기의 교차선택창(crossing window)을 설정하여 두 개의 폴리라인이 누락 없이 선택되도록 하였다.

①에서는 도면을 부분적으로 확대하면 확인이 가능하였지만 ②의 경우 데이터를 비교하여야만 확인이 가능한 오류로 나타났다. 이러한 오류들은 유틸리티의 처리과정으로부터가 아닌 AutoCAD의 폴리곤 처리 과정에서 발생한 것이며, 드로잉 엔티티 데이터 해석을 기반으로 하여 AutoCAD 응용수단을 구축하고자 하는 경우에 유의하여야 할 것으로 생각되었다. AutoCAD에서는 엔티티 선택이 도면의 확대, 축소(줌) 비율에 따라 달라질 수 있으므로 이 경우에 있어서는 선택창 규모로 부분 확대하여 검출하고 다시 전체 도면 비율로 복귀하도록 하였다.

## IV. 결론

격자형 수치지형 자료를 이용하는 경우 지형관련 정보는 정량적 표현과 분석이 가능하지만 위상적인 공간 정보는 이에 대응되지 못한다는 점에 주목하여, AutoCAD 기반의 격자도면 구축용 유틸리티를 개발하고자 하였다. 토양, 식생, 지질 및 토지이용 등은 조

경계확장 중요하게 취급되는 공간자료이지만 벡터형 자료로서 구축되기 때문에, 수치지형자료(DTM)로부터 분석될 수 있는 표고, 경사, 경사방향, 가시도 등의 격자형 자료와 분석 단위가 정합되는 정량적 분석과 표현을 위해서는 래스터 방식의 GIS를 부분적으로 이용하여야 가능하였다(조경컴퓨터응용연구회, 1997).

본 연구를 통해 개발된 유틸리티는 디지털이징된 폴리곤 자료만으로 격자도면화가 가능하며, 기작성된 수치지형자료를 반영하여 수치지형자료와 벡터형 공간자료간 도면중첩을 위한 정량적 분석이 가능하다는 점에서, 공간자료 도면화 및 매쉬분석을 위한 CAD 기반의 실무적 효율성을 기대할 수 있었다.

유사 기능을 갖는 유틸리티로서, LANDCADD의 GRIDMAP에서는 실제 도면상에서 격자 구분한 후 코드화한 아스키파일로 공간자료를 구축하여 도면화하고 있으며(LANDCADD International, 1993) 수작업이 차지하는 부분이 많기 때문에 격자의 크기가 작은 경우(1:50,000 축척에서 100m인 경우 4mm) 작업상의 난점과 오류를 가져올 수 있는 단점이 있었다. 선 추적 자료의 영역세분화에 있어서는 유한요소적 변형매쉬(Joe, 1995)를 적용하는 것이 원자료의 반영상보다 바람직하지만, 여기에서는 수치지형자료와의 정합편의성을 우선으로 하였기 때문에 도면화 의도에 따라 설정되는 격자 크기가 정확도를 좌우한다는 점이 제한사항이었다. 또한 유틸리티 실행을 통해 밝혀진, 폴리곤 작성 기능상의 AutoCAD의 불완전성은 드로잉 엔티티 데이터 해석시 유의해야 할 사항으로 지적할 수 있었다.

주1. 위상관계(Topology)란 공간 속의 점, 선, 면 및 위치 등에 관하여 양이나 크기와 상관없이 형상이나 위치관계를 나타내는 용어로서(유복모, 1996, 58), 여기에서는 선 도형으로 둘러싸인 영역이 그 외부의 영역과 경계로써 구분되는 위치적 명목으로서 사용하였다.

주2. 일반적으로 벡터형 자료를 래스터형의 자료로 도면화하

는 경우 비트맵 이미지의 래스터형 표현을 의미하지만(Goodchild & Kemp, 1990), 여기에서는 격자형 3DFACE의 도형요소로 표현되는 자료화를 의도하기 때문에 격자형 자료화라는 용어를 사용하였다.

주3. 예를 들어, 전체적으로 격자의 크기를 1/2로 설정한다면 격자의 수는 4배가 되므로 경계선에 걸치는 격자들에서의 판단오차는 1/4 수준이 되며, 반대로 처리시간은 전체적으로 4배로 증가한다.

주4. 영역위상의 추출 알고리즘에 대한 연구방법에서의 설명 중, 교점 좌표의 리스트 데이터는 교점수 만큼 구축되므로 동일한 두 개 좌표치가 연속적으로 나열된다.

주5. 예를 들면 10' 미만의 차이를 갖는 경우로서, AutoCAD의 단위정도(單位精度, unit precision)의 설정상황에 따라서는 그 차이 확인이 디스플레이 상에서는 곤란할 수도 있다.

## 인용문헌

1. 김성균(1992) 적지분석을 위한 마이크로 컴퓨터 CAD용 소프트웨어의 활용기법에 관한 연구. 한국조경학회지 20(3) 1-10
2. 유복모(1996) 지형공간 정보론. 동명사. 106.
3. 조경컴퓨터응용연구회(1997) 환경계획 설계를 위한 컴퓨터 활용 기법. 성안당. 293-309.
4. 조동범(1998) 수치지형 해석에 의한 가시성 및 시인성의 경관정보화 연구 한국조경학회지. 26(3). 78-89.
5. Eastman, J R (1992) IDRISI User's Guide. 60-64.
6. Fowler, R. J. and J J. Little(1979) Automatic extraction of irregular digital terrain models Proc SIGGRAPH. 199-207.
7. Goodchild, M. F. and K K. Kemp(1990) Introduction to GIS NCGIA, U. C Santa Barbara ` 7-9
8. Joe, B.(1995) Quadrilateral mesh generation in polygonal regions Computer-Aided Design 27(3). 209-222.
9. LANDCADD International,(1993) Quadrangle & Earthworks In LANDCADD R12. Ver 2 Reference Manual. B-3
10. Petrie, G. and T. J M. Kenne(1987) Terrain modelling in surveying and civil engineering. Computer-Aided Design 19(4). 171-186
11. Sansoni, C.(1996) Visual analysis: a new probabilistic technique to determine landscape visibility. Computer-Aided Design 28(4) 289-299.